

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03070083 A**(43) Date of publication of application: **26.03.91**

(51) Int. Cl.

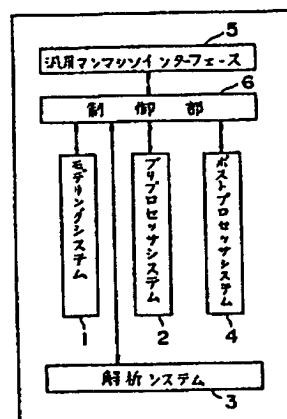
**G06F 15/60**(21) Application number: **01205378**(22) Date of filing: **08.08.89**(71) Applicant: **SHARP CORP**(72) Inventor: **KAWASAKI KEIJI  
HIRATA RITSUKO**(54) **CAD/CAE MONOLITHIC SYSTEM**

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To easily analyze the physical properties of an object with direct use of the shape data produced by a modeling system by controlling the modeling system, a pre-processor system, and a post-processor system via a control part and carrying out the design/analysis operations.

**CONSTITUTION:** The shape of an object is decided and the shape data is produced by a modeling system 1. The shape decided by the shape data is fractionized into plural polygonal elements to which the conditions of physical properties are set by a pre-processor system 2 which is organically connected to the system 1 via a control part 6. Then an analysis system 3 connected organically to both systems 1 and 2 via the part 6 analyzes the physical properties of the object. A post-processor system 4 displays the result of analysis obtained by the system 3. As a result, the highly accurate result of analysis can be obtained with direct use of the shape data obtained by a CAD system.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-70083

⑬ Int.Cl.<sup>3</sup>

G 06 F 15/60

識別記号

4 5 0

庁内整理番号

8125-5B

⑭ 公開 平成3年(1991)3月26日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全12頁)

⑮ 発明の名称 CAD/CAE一体型システム

⑯ 特 願 平1-205378

⑰ 出 願 平1(1989)8月8日

⑱ 発 明 者 川 崎 敬 二 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内

⑲ 発 明 者 平 田 律 子 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内

⑳ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

㉑ 代 理 人 弁理士 青山 稔 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

CAD/CAE一体型システム

2. 特許請求の範囲

(1) 物体の形状を構築して形状データを生成するモデリングシステムと、

上記モデリングシステムによって生成された形状データに基づく形状を、夫々に物性条件が設定された複数の多角形の要素に細分割するプリプロセッサシステムと、

上記プリプロセッサシステムによって細分割された上記要素に基づいて、上記物体の物性を解析する解析システムと、

上記解析システムによる解析結果を表示するポストプロセッサシステムと、

上記各モデリングシステム、プリプロセッサシステム、解析システムおよびポストプロセッサシステムを制御して、設計/解析動作を行う制御部を備えたことを特徴とするCAD/CAE一体型システム。

(2) 請求項1に記載のCAD/CAE一体型システムにおいて、

上記プリプロセッサシステムは、上記モデリングシステムによって形状データを生成する際に設定される物性値および形状拘束に基づいて、上記形状を上記物性条件が設定された要素に自動的に細分割することを特徴とするCAD/CAE一体型システム。

(3) 請求項1または請求項2のいずれかに記載のCAD/CAE一体型システムにおいて、

上記解析システムは、解析結果に基づいて上記要素単位で解析誤差を算出し、この解析誤差が所定値以上であるか否かを判定し、

上記プリプロセッサシステムは、解析誤差が所定値以上であるという情報を上記解析システムから受けて解析誤差が所定値以上である要素を自動的に再分割し、より最適に細分割された要素を得ることを特徴とするCAD/CAE一体型システム。

(4) 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の

CAD/CAE一体型システムにおいて、

上記モデリングシステムは、上記ポストプロセッサシステムにおける表示結果に基づいて形状変更の必要があると判定された場合に、一度構築した形状をパラメータを変更することによって自動的に変更することを特徴とするCAD/CAE一体型システム。

(5) 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のCAD/CAE一体型システムにおいて、

上記ポストプロセッサシステムは、上記解析システムによる解析結果を対話的に表示することを特徴とするCAD/CAE一体型システム。

### 3. 発明の詳細な説明

#### <産業上の利用分野>

この発明は、コンピュータを利用した設計システム(以下、CADシステムと言う)およびコンピュータを利用した解析システム(以下、CAEシステムと言う)に係り、特にCADシステムおよびCAEシステムを有機的に一体化したCAD/CAE一体型システムに関する。

たメッシュを再度解析して解析結果を表示するのである。

その際に、上述のように、CAEシステムはCADシステムと分離して存在しているので、CAEシステムによる解析を行うためにはCADシステムによって作成された形状データをCAEシステム用のデータに変換する必要がある。また、CAEシステムによる解析の結果形状変更したい箇所が存在する場合には、一旦CAEシステムによる解析を終了する。そして、CADシステムを起動して形状データを変更して形状変更を行い、変更した形状データをCAEシステム用のデータに変換する。その後、再度CAEシステムを起動して上述のメッシュの作成、物体の物性値の設定、境界条件設定および解析の順に解析動作を実行する。

#### <発明が解決しようとする課題>

このように、従来、上記CADシステムとCAEシステムとは分離して設けられているので、CAEシステムによって解析を行う際には、ユーザは形状データをCAEシステム用データに変換し

#### <従来の技術>

従来、CAEシステムはCADシステムと分離して存在している。そのため、CADシステムによって作成された形状データをCAEシステムによって解析する際には、その解析対象の形状データに基づく形状を三角形あるいは四角形の要素(以下、メッシュと言う)に細かく分割し、夫々のメッシュに対してその形状データが表現しようとする物体の持つ物性値(例えば、熱伝導率など)およびメッシュの境界条件(例えば、表面温度など)を予め設定しておき、それらの物性値および境界条件等を用いて、その形状データが表現しようとする物体の例えば熱伝導等の解析を行うのである。解析結果はポストプロセッサで表示する。

解析結果を表示する際において上記物体の断面を表示したい場合には、予め断面の指示等をメッシュに設定した後には解析を行うのである。また、ユーザが解析結果を見て、解析結果に精度の悪い箇所を見いだした場合には、その箇所を対話的に再分割してメッシュの再作成を行い、再作成され

なければならないという煩わしさがある。また、解析結果に基づく形状変更を行う際には、CAEシステム終了、CADシステムの起動、形状データの変更、形状データのCAEシステム用データへの変換、CAEシステムの起動、物体の物性値および境界条件設定、解析という複雑な処理を行う必要があり、処理に膨大な時間が掛かるという問題がある。

さらに、解析の際には、各メッシュ上に夫々物性値および境界条件を設定しなければならず、このような物性値および境界条件を何百何千というメッシュ上にユーザが設定するには限度があり、解析対象となる形状もある程度制限されたものとなるという問題がある。

加えて、ユーザには、CAEシステムによる解析結果から解析調整を判断し、この判断結果に基づいてメッシュを再作成するための特別な技術が要求されるので、誰でも簡単にCAEシステムを使用できないという問題もある。

そこで、この発明の目的は、CADシステムに

よって作成した形状データをそのまま使用でき、精度の良い解析結果が早く得られ、ユーザが望む形状が早く得られ、誰でも容易に利用することが可能なCAD/CAE一体型システムを提供することにある。

#### <課題を解決するための手段>

上記目的を達成するため、この発明のCAD/CAE一体型システムは、物体の形状を構築して形状データを生成するモデリングシステムと、上記モデリングシステムによって生成された形状データに基づく形状を、夫々に物性条件が設定された複数の多角形の要素に細分割するプリプロセッサシステムと、上記プリプロセッサシステムによって細分割された上記要素に基づいて、上記物体の物性を解析する解析システムと、上記解析システムによる解析結果を表示するポストプロセッサシステムと、上記各モデリングシステム、プリプロセッサシステム、解析システムおよびポストプロセッサシステムを制御して、設計/解析動作を行う制御部を備えたことを特徴としている。

よって自動的に変更することが望ましい。

また、上記CAD/CAE一体型システムのいずれかにおける上記ポストプロセッサシステムは、上記解析システムによる解析結果を対話的に表示することが望ましい。

#### <作用>

モデリングシステムによって物体の形状が構築されて形状データが生成される。そうすると、上記モデリングシステムと制御部を介して有機的に結合されたプリプロセッサシステムによって、上記形状データに基づく形状が、夫々に物性条件が設定された複数の多角形の要素に細分割される。そして、上記モデリングシステムおよびプリプロセッサシステムと上記制御部を介して有機的に結合された解析システムによって、上記細分割された要素に基づいて上記物体の物性が解析される。そして、上記モデリングシステム、プリプロセッサシステムおよび解析システムと上記制御部を介して有機的に結合されたポストプロセッサシステムによって、上記解析システムによる解析結果が

また、上記CAD/CAE一体型システムにおける上記プリプロセッサシステムは、上記モデリングシステムによって形状データを生成する際に設定される物性値および形状拘束に基づいて、上記形状を上記物性条件が設定された要素に自動的に細分割することが望ましい。

また、上記CAD/CAE一体型システムのいずれかにおける上記解析システムは、解析結果に基づいて上記要素単位で解析誤差を算出し、この解析誤差が所定値以上であるかを判定し、上記プリプロセッサシステムは、解析誤差が所定値以上であるという情報を上記解析システムから受けて解析誤差が所定値以上である要素を自動的に再分割し、より最適に細分割された要素を得ることが望ましい。

また、上記CAD/CAE一体型システムのいずれかにおける上記モデリングシステムは、上記ポストプロセッサシステムにおける表示結果に基づいて形状変更の必要があると判定された場合に、一度構築した形状をパラメータを変更することに

表示される。

このように、CADシステムを構成する上記モデリングシステムとCAEシステムを構成する上記プリプロセッサシステム、解析システムおよびポストプロセッサシステムとは、上記制御部を介して有機的に一体に結合されているのでCADシステムによって生成された形状データに基づいてCAEシステムによって解析を行う際に、データの変換を必要としないのである。

また、上記CAD/CAE一体型システムにおいて、上記プリプロセッサシステムは、上記モデリングシステムによって形状データが生成される際に設定される物性値および形状拘束に基づいて、上記形状を上記物性条件が設定された要素に自動的に細分割するようにすれば、上記物体の形状の如何に拘わらず物性条件が設定された要素が自動的に得られる。

また、上記CAD/CAE一体型システムのいずれかにおいて、上記解析システムは、上記要素単位で解析誤差を算出して、この解析誤差が所定

値以上であるか否かを判別し、上記プリプロセッサシステムは、解析誤差が所定値以上である要素を自動的に再分割するようにすれば、常により最適に細分割された要素が得られる。

また、上記CAD/CAE一体型システムのいずれかにおいて、上記モデリングシステムは、上記プリプロセッサシステムにおける表示結果に基づいて形状変更の必要がある場合に、一度構築した形状をパラメータを変更することによって自動的に変更するようにすれば、ユーザが望む形状が容易に得られる。

#### <実施例>

以下、この発明を図示の実施例により詳細に説明する。

第1図はこの発明のCAD/CAE一体型システムのブロック図、第2図は上記CAD/CAE一体型システムの構成図である。このCAD/CAE一体型システムは、第2図に示すようにモデリングシステム1、プリプロセッサシステム2、解析システム3およびポストプロセッサシステム4

を有する。

上記モデリングシステム1で物性値を含んで作成された形状は、プリプロセッサシステム2でメッシュに分割される。その際に、作成された物性値を含む形状に境界条件を直接設定した後自動的にメッシュ作成を行うことによって、個々に物性値および境界条件等の物性条件が設定されたメッシュに自動的に分割できるのである。こうして作成されたメッシュに対して解析システム3によって解析が実行され、解析結果がポストプロセッサシステム4によって任意断面のコンタ表示あるいはグラフ表示等が行われる。その後、解析誤差の判定が自動的に行われ、解析誤差の大きなメッシュのメッシュデータがプリプロセッサシステム2にフィードバックされる。一方、ポストプロセッサシステム4による表示の結果、形状変更を必要とする場合にはその解析結果データがモデリングシステム1にフィードバックされ、このフィードバックされた解析結果データに基づいて対話的に形状変更が行われる。そして、この変更が行われた後

から構成される。

第1図および第2図において、上記モデリングシステム1は形状作成機能と対話的なパラメトリック形状変更機能を有し、物体形状の各頂点間の寸法、各稜線の寸法、体積、面積および重心等のパラメータを設定し、これらのパラメータに基づいて形状を決定する。上記プリプロセッサシステム2は自動メッシュ作成機能とメッシュの自動最適化機能と境界条件設定機能を有し、物性値および境界条件が設定されたメッシュを自動的に作成すると共に、解析誤差が大きいと判定されたメッシュに対しては自動的に再分割を行って最適なメッシュを作成する。

上記解析システム3は解析機能および解析誤差判定機能を有し、解析誤差が大きいと判定したメッシュを再分割するためにそのメッシュを表すデータ(以下、メッシュデータと言う)をプリプロセッサシステム2にフィードバックする。ポストプロセッサシステム4は内点データ計算機能、任意断面のコンタ(等高線)表示機能およびグラフ表示機

の形状データが再度プリプロセッサシステム2に送出されてメッシュ作成が行われるのである。その際に、プリプロセッサシステム2は以前に設定した物性値および境界条件を記憶しているので、再度付け直す必要はないのである。

上記モデリングシステム1、プリプロセッサシステム2およびポストプロセッサシステム4は、第1図に示すように制御部6を介して汎用マシンインターフェース5に接続されており、上記各システムのマシンインターフェースは統一されている。したがって、各システムに対する指示の与え方が同じ方法によって実施できる。

第3図はモデリングシステム1、プリプロセッサシステム2、解析システム3およびポストプロセッサシステム4と上記各システムに係るデータおよび属性との関係を示した図である。パラメトリック幾何形状データはモデリングシステム1で作成/変更が行われてパラメトリック幾何形状データ・ファイル7に格納され、その形状データはプリプロセッサシステム2および解析システム3

でメッシュ作成あるいは解析の際に使用される。また、メッシュデータはプリプロセッサシステム2で作成/変更が行われ、解析結果データは解析システム3で作成/変更が行われて夫々メッシュデータ/解析結果データ・ファイル8に格納され、そのデータはポストプロセッサシステム4で解析結果表示の際に使用される。

異なった物性値をもつ物体間の接合属性および物性値属性はモデリングシステム1で設定/変更が行われ、プリプロセッサシステム2においてメッシュ作成時に使用される。また、境界条件属性はプリプロセッサシステム2で設定/変更が行われてメッシュ作成時に使用される。

上記パラメトリック幾何形状データ・ファイル7とメッシュデータ/解析結果データ・ファイル8とは夫々独立して存在している。こうすることによって各システムが同時に両ファイル7,8をアクセスすることが可能になり、以下に述べるようなことが可能となる。すなわち、ポストプロセッサシステム4においては、パラメトリック幾何形

状データに基づく断面と解析システム3による解析結果に基づく断面とを同時表示することによって、解析結果をより早く正しく判断できる。さらに、解析計算を実際に行っていない形状の内点の物性値計算にパラメトリック幾何形状データを利用することによって、メッシュデータに基づいて内点の計算を行うより高速に計算できる。また、プリプロセッサシステム2においては、パラメトリック幾何形状データの物体を構成する面、線、頂点単位で境界条件を与えることが可能になり、パラメトリック幾何形状データに境界条件等のリストを持たせることによって、後に作成されたメッシュに境界条件を設定する必要がなく自動メッシュ作成を実行する際の高速化が可能になる。

以下、モデリングシステム1、プリプロセッサシステム2、解析システム3およびポストプロセッサシステム4の動作について詳細に述べる。

第4図はモデリングシステム1において実施される形状作成動作のフローチャートである。ここで、ポストプロセッサシステム4による表示結果

に基づく形状変更を行う場合には、ポストプロセッサシステム4からの解析結果データがモデリングシステム1にフィードバックされて形状作成動作がスタートする。

ステップS1で、物体が持つ物性値が汎用マシンインターフェース5を介して対話的に設定される。

その際に、上記形状変更の場合であって、既に設定してある物性値に変更がなければ物性値の設定を行う必要はない。

ステップS2で、物体の形状を構築して行く際に、各頂点間の寸法値、各稜線間の寸法値、体積、面積および重心値等の形状を規定するパラメータが汎用マシンインターフェース5を介して対話的に設定される。

ステップS3で、上記ステップS2において設定されたパラメータに基づいて、モデリングシステム1が自動的に形状を規定するのに必要十分な数の寸法拘束方程式が作成される。

ステップS4で、上記ステップS3において作成

された寸法拘束方程式は非線形であるので、この方程式はニュートン・ラフソン法によって解かれて形状が規定される。

ステップS5で、上記ステップS4において規定された形状に対して、対話的に立体集合演算、移動、複製および回転等が行われて物体の物性値を含む形状が構築されて行くのである。その際に、作成されたパラメトリック幾何形状データおよび設定された異なった物性値を持つ物体間の接合属性のデータは、プリプロセッサシステム2に送出されてメッシュ形成の際に用いられる。また、パラメトリック幾何形状データはパラメトリック幾何形状データ・ファイル7に格納される。

その際に、ポストプロセッサシステム4における解析結果から形状変更の必要があると判定された場合には、変更すべきパラメータを上記ステップS2において変更し、以下ステップS3～ステップS5において自動的に形状を再構築していくのである。

上記ステップS5において実施される形状構築

は次のようにして実施される。すなわち、形状を構築して行く際の立体集合演算、移動、複写、回転および面取り等の実施手順が履歴として以下に例示するように記述されている。

履歴1: 形状C = 形状A + 形状B

履歴2: 形状E = 形状C \* 形状D

但し、+は立体集合演算における和を示し、

\*は立体集合演算における積を示す。

すると、この場合には第5図に示すように形状Aと形状Bについて履歴1(すなわち、立体集合演算"和")が実行されて形状Cが求められ、次に形状Cと形状Dについて履歴2(すなわち、立体集合演算"積")が実行されて形状Eが求められるのである。

この場合、第4図のフローチャートのステップS2においてパラメータが再設定され、ステップS3およびステップS4で形状が再規定された結果、形状Bが形状B'に変更された場合には、ステップS3においては記憶している形状Bの形状データを自動的に形状B'の形状データに置き換え、

件が設定できる。したがって、以後に実行される自動メッシュ作成によって境界条件が設定されたメッシュが自動的に得られ、自動メッシュ作成が高速に行えるのである。また、従来のように、ユーザが何百何千というメッシュに物性値および境界条件を設定する必要がなく、そのため解析対象となる形状も制限されない。すなわち、精度よく解析を行うことができるのである。

ステップS12で、モデリングシステム1において設定された異なる物性値を持つ物体間の接続関係属性のデータに基づいて、二つの物体を接続している面および稜線の箇所が同じメッシュに属するように、自動的に面の分離とそれに伴う稜線の生成が行われる。

ステップS13で、上記ステップS12において行われた面の分離とそれに伴う稜線の生成の結果に基づいてメッシュの自動作成が行われる。その結果生成されたメッシュは解析システム3に送出されると共に、そのメッシュのメッシュデータはメッシュデータ/解析結果データ・ファイル8に格納さ

再度履歴1および履歴2を実行して形状E'を構築するのである。すなわち、ユーザはステップS2において形状を規定するパラメータを変更するのみで新しい形状を自動的に得ることができるのである。したがって、ユーザが望む形状を容易に早く得ることができる。

第6図はプリプロセッサシステム2におけるメッシュ作成動作およびメッシュの自動最適化動作のフローチャートである。モデリングシステム1によって作成されたパラメトリック幾何形状データ、異なる物性値を持つ物体間の接続関係のデータおよび物性値属性のデータが入力されると、

ステップS11で、汎用マンマシンインターフェース5を介して対話的に境界条件の設定が行われる。

その際に、プリプロセッサシステム2はモデリングシステム1と一体に結合されているため、モデリングシステム1で作成されたパラメトリック幾何形状データに対してその形状データによる形状が持つ要素(頂点、稜線、面、物体)単位で境界条

件が設定される。

ステップS14で、解析システム3から解析誤差の大きいメッシュのメッシュデータがフィードバックされ、このメッシュデータに係るメッシュの再分割が行われて最適メッシュが作成される。そして、得られたメッシュが再度解析システム3に送出される。

第7図は第6図のフローチャートにおけるステップS13の自動メッシュ作成動作の更に詳細なフローチャートである。上述のステップS12において異なる物体間の接続状態に基づいて物体の面が分離されて、実際の稜線ではない仮稜線が生成されて、ステップS131に入る。

ステップS131で、上記ステップS12において生成された仮稜線を含む物体の全稜線上に一定間隔で節点が発生される。

次に、物体を構成している各曲面に対して、ステップS132～ステップS135の処理が実行される。すなわち、

ステップS132で、稜線上(境界線上)の節点を



パラメトリック曲線(UV平面)に写像して境界ループが生成される。

ステップS133で、上記ステップS132において生成された境界ループを格子平面上にあると考え、各節点を格子平面上の最も近い格子点に1対1で対応付け、格子点ループが設定される(第8図(a)参照)。

その際に、格子平面における格子間隔は、UV平面における節点間隔の平均値に設定される。

ステップS134で、上記ステップS133において設定された格子点ループの内部にある格子点がUV平面上における境界ループ内部に写像される。そして、本ステップにおいて格子点を写像して得られた節点および上記ステップS132で写像された境界線上の節点に基づいてメッシュが生成される(第8図(b)参照)。

ステップS135で、上記ステップS134において生成されたメッシュが実空間上に写像され、曲面上にメッシュが生成される(第8図(c))。

ステップS136で、未処理の面があるか否かが

判断され、その結果未処理の面があればステップS132に戻って次の面の処理に入る。一方、そうでなければメッシュが解析システム3に送出される。

第9図に第6図のフローチャートにおけるステップS13(すなわち、第7図のフローチャートにおけるステップS131～ステップS135)の自動メッシュ作成によって作成された3次元物体の実空間上におけるメッシュの一例を示す。

第10図は解析システム3における解析動作および解析誤差判定動作のフローチャートである。プリプロセッサシステム2によって作成されたメッシュが入力されると、

ステップS21で、メッシュに基づいて解析計算が行われる。

ステップS22で、個々のメッシュに対して解析誤差が求められる。

ステップS23で、上記ステップS22における解析誤差計算結果に基づいて解析誤差の大きいメッシュが決定される。

ここで、上記ステップS22およびステップS23において実施される解析誤差の大小判定は次のようにして行われる。すなわち、メッシュを構成する複数の頂点での解析結果の平均値とそのメッシュの重心での解析結果との差が求められ、この求められた差の値が許容値よりも大きければ解析誤差の大きなメッシュであるとするのである。

ステップS24で、解析誤差の大きなメッシュがあるか否かが判断され、その結果有る場合にはプリプロセッサシステム2に解析誤差の大きなメッシュのメッシュデータがフィードバックされ、そうでなければ解析結果データがメッシュデータ/解析結果データ・ファイル8に格納されると共に、ポストプロセッサ4に送出される。

次に、第10図のフローチャートにおけるステップS24で解析誤差の大きなメッシュであると判定されたメッシュに対して、第6図のフローチャートにおけるステップS14で実装されるメッシュの再分割方法について、第11図にしたがって詳細に述べる。

まず、解析誤差の大きなメッシュ(第11図中、星のマークで示したメッシュ10,11)を構成するエッジの中間点に新しい頂点を設定する。そして、この新しく設定された頂点に基づいてメッシュ10,11を第11図(b)に示すようにして再分割する。すなわち、例えばメッシュ10の場合には、新しく設定された頂点21,頂点22およびメッシュ11と共用の頂点23を新しいエッジで結び4つのメッシュに再分割するのである。解析誤差の大きいメッシュ11についても同様にして再分割する。また、それに連れて、解析誤差の大きいメッシュ10,11に隣接してエッジを共用するメッシュ12,13,14,15(第11図(a)参照)も新しく設定された頂点21,22,24,25(第11図(b)参照)に基づいて再分割する。すなわち、例えばメッシュ13の場合には新しく設定された頂点21とその頂点21に対向している既に設定されている頂点28とを結ぶエッジによって2つに再分割するのである。

このように、本実施例におけるメッシュの再分

割方法においては、解析誤差の大きいメッシュとそれに隣接するメッシュのみを自動的に再分割するので、再分割されるメッシュの数を最小限にすることができる。また、隣接するメッシュとの隣接関係を保ちつつ再分割することができる。したがって、常に最適なメッシュを自動的に作成することができ、精度のよい解析結果を得ることができる。

上述のように、本実施例のCAD/CAE一体型システムでは、モデリングシステム1からなるCADシステムとプリプロセッサシステム2、解析システム3およびポストプロセッサシステム4からなるCAEシステムとを、汎用マンマシンインターフェース5および制御部6を介して有機的に一体に結合してCAD/CAE一体型システムを形成している。したがって、CADシステムであるモデリングシステム1によって形状を構築した際のパラメトリック幾何形状データをそのまま使用してCAEシステムによって解析を行うことができる。したがって、CADシステムおよびC

AEシステム間におけるデータの送受が容易であり、従来のように解析結果に伴う形状変更の際に膨大な時間が掛かるということは全くなく解析結果を早く得ることができる。そして、その際にプリプロセッサシステム2は、モデリングシステム1によって作成されたパラメトリック幾何形状データ、物性値および境界条件に基づいて、簡単に自動的に物性値および境界条件が設定されたメッシュを得ることができる。したがって、解析対象となる形状に制限がなく形状の如何に拘わらず精度の良い解析結果が得られる。

また、上記プリプロセッサシステム2は、解析システム3による解析結果に基づいて、解析誤差が大きい場合には自動的にメッシュを再分割するので、常に最適なメッシュを作成することができ、精度の良い解析結果を得ることができる。

さらに、ポストプロセッサシステム4に表示された解析システム3による解析結果より形状を変更する必要があると判定された場合には、モデリングシステム1において上記解析結果に基づいて

パラメータを変更するだけで形状を自動的に変更できるので、ユーザが望む形状を容易に早く得ることができる。

さらに、本実施例のCAD/CAE一体型システムは、CADシステムおよびCAEシステムを有機的に一体化することによって、メッシュ作成、解析結果の判定、メッシュの再分割および形状変更を自動的に実行できるようにしたので、ユーザは解析結果の判定やメッシュの再分割等に特別の技術を必要とせず、誰でも容易に利用することができる。

上記実施例においては、プリプロセッサシステム2における物性値と境界条件が設定されたメッシュの自動作成機能、解析システム3とプリプロセッサシステム2におけるメッシュの自動最適化機能、モデリングシステム1における対話的な自動形状変更機能を備えているが、かならずしもこれらの機能を総て備える必要はなく、いずれか一つあるいはその組み合わせを備えもよいことは言うまでもない。

#### <発明の効果>

以上より明らかなように、この発明のCAD/CAE一体型システムは、物体の形状を構築するモデリングシステムと、上記形状を物性条件が設定された要素に細分割するプリプロセッサシステムと、上記要素に基づいて上記物体の物性を解析する解析システムと、解析結果を表示するポストプロセッサシステムとを制御部によって制御して設計/解析動作を実施するので、CADシステムである上記モデリングシステムによって作成された形状データをそのまま用いて、上記プリプロセッサシステム、上記解析システムおよびポストプロセッサシステムで構成されるCAEシステムによって物体の物性を容易に解析できる。

また、上記CAD/CAE一体型システムにおけるプリプロセッサシステムは、上記形状を上記物性条件が設定された要素に自動的に細分割できるので、どのような形状であっても物性条件が設定された要素に細分割でき、解析対象となる形状が限定されず精度の良い解析結果が早く得られる。

また、上記CAD/CAE一体型システムのいずれかにおいて、上記解析システムは、要素単位で解析誤差を算出し、この解析誤差が所定値以上である要素に対して上記プリプロセッサシステムによって自動的に再分割するので、常に最適に分割された要素が自動的に得られて精度の良い解析結果が早く得られる。

また、上記CAD/CAE一体型システムのいずれかにおけるモデリングシステムは、上記ポストプロセッサシステムにおける表示結果に基づいて形状変更が必要と判定された場合には、一度構築した形状を自動的に変更するので、ユーザが望む形状が早く得られる。

すなわち、上記CAD/CAE一体型システムは、CADシステムおよびCAEシステムを有機的に一体に結合することによって、メッシュ作成あるいは解析結果の判定あるいはメッシュの再分割あるいは形状変更を自動的に実行できるようにしたので、誰でも簡単に使用できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

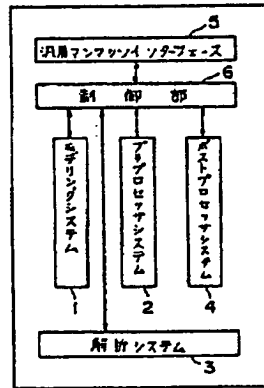
- 3…解析システム、
- 4…ポストプロセッサシステム、
- 5…汎用マンマシンインターフェース、
- 6…制御部、
- 7…パラメトリック幾何形状データ・ファイル、
- 8…メッシュデータ/解析結果データ・ファイル、

特許出願人 シャープ株式会社  
代理人 弁理士 青山 保 ほか1名

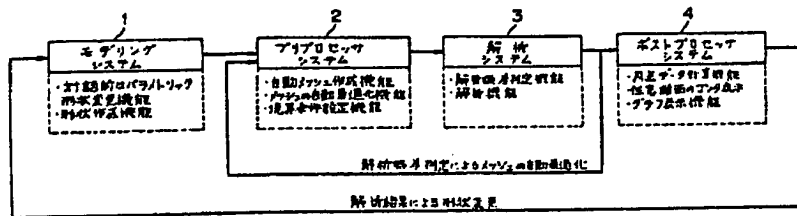
第1図はこの発明のCAD/CAE一体型システムにおける一実施例の概略ブロック構成図、第2図は第1図における構成図、第3図は第1図におけるモデリングシステム、プリプロセッサシステム、解析システムおよびポストプロセッサシステムとこの各システムに係るデータおよび属性との関係図、第4図はモデリングシステムによる形状作成動作のフローチャート、第5図は第4図のフローチャートにおける形状の構築動作の説明図、第6図はプリプロセッサシステムによるメッシュ作成動作のフローチャート、第7図は第6図のフローチャートにおける自動メッシュ作成動作のさらに詳細なフローチャート、第8図は自動メッシュ作成の説明図、第9図は自動メッシュ作成によって作成された3次元物体のメッシュの一例を示す図、第10図は解析システムによる解析動作および解析誤差判定動作のフローチャート、第11図はメッシュ再分割の説明図である。

- 1…モデリングシステム、
- 2…プリプロセッサシステム、

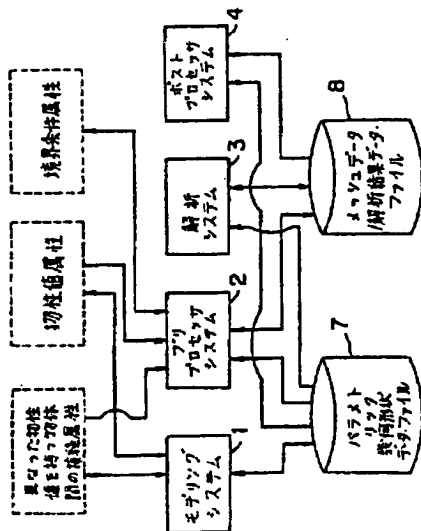
第 1 図



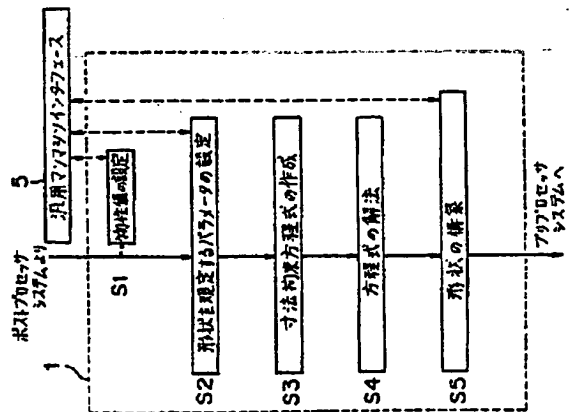
第 2 図



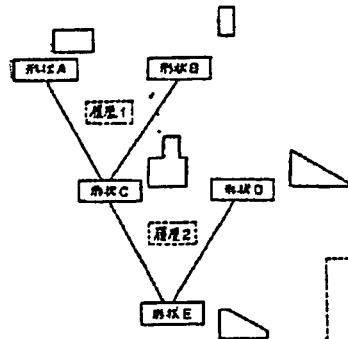
第 3 図



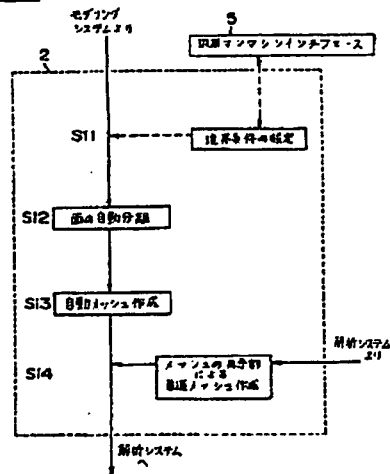
第 4 図



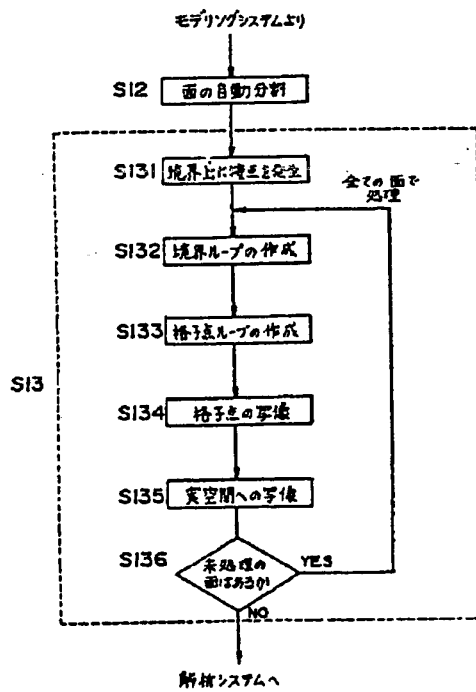
第 5 図



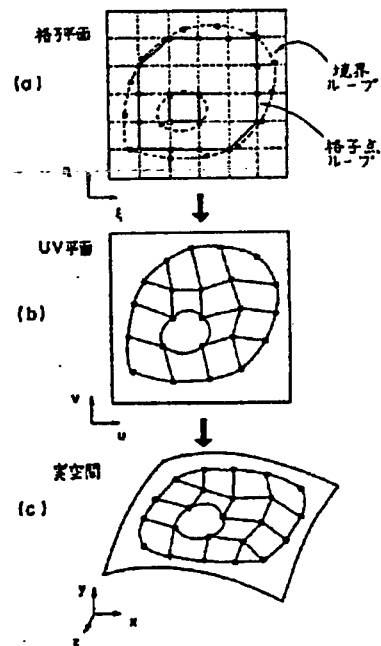
第 6 図



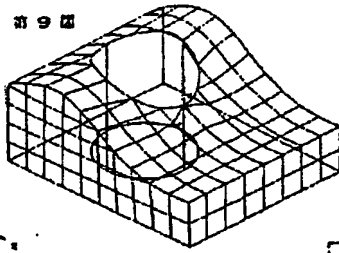
第 7 図



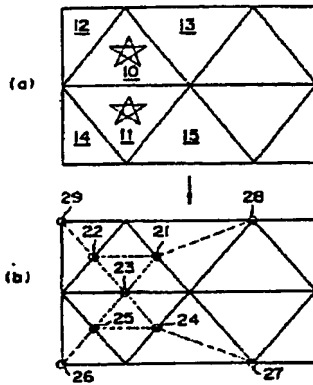
第 8 図



第9図



第11図



第10図

プリプロセッサ  
システムより

